



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

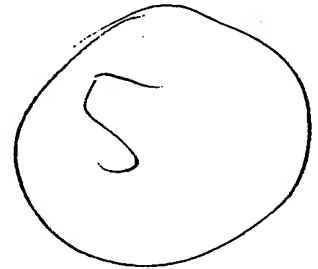
⑫ Übersetzung der  
europäischen Patentschrift

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
H01 P 7/10

⑧⑦ EP 0 538 427 B1

⑩ DE 692 16 982 T 2

②① Deutsches Aktenzeichen:	692 16 982.2
⑧⑥ PCT-Aktenzeichen:	PCT/FI92/00144
⑧⑥ Europäisches Aktenzeichen:	92 909 186.6
⑧⑦ PCT-Veröffentlichungs-Nr.:	WO 92/20115
⑧⑥ PCT-Anmeldetag:	5. 5. 92
⑧⑦ Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung:	12. 11. 92
⑧⑦ Erstveröffentlichung durch das EPA:	28. 4. 93
⑧⑦ Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA:	22. 1. 97
④⑦ Veröffentlichungstag im Patentblatt:	26. 6. 97



DE 692 16 982 T 2

③⑩ Unionspriorität: ③② ③③ ③①  
09.05.91 FI 912257

⑦③ Patentinhaber:  
Nokia Telecommunications Oy, Espoo, FI

⑦④ Vertreter:  
Meissner, Bolte & Partner, 80538 München

⑧④ Benannte Vertragsstaaten:  
AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IT, LI, LU, MC,  
NL, SE

⑦② Erfinder:  
SÄRKKÄ, Veli-Matti, SF-90460 Oulunsalo, FI

⑤④ STRUKTUR FÜR EINEN DIELEKTRISCHEN RESONATOR

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patentamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 692 16 982 T 2

## DIELEKTRISCHE RESONATORANORDNUNG

5

### Gebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine dielektrische Resonatoranordnung,  
10 die einen Resonator aus einem dielektrischen Material aufweist.

### Hintergrund der Erfindung

15 Unter den Hochfrequenz- und Mikrowellen-Resonatoranordnungen sind die sogenannten dielektrischen Resonatoren vor kurzem in zunehmendem Maße interessant geworden, da sie die folgenden Vorteile gegenüber herkömmlichen Resonatoranordnungen aufwei-  
20 ssen: kleinere Schaltkreisabmessungen, höhere Integrationsdichte, höhere Leistungsfähigkeit und niedrigere Herstellungskosten. Ein Bauelement, das eine einfache geometrische Form hat und aus einem Material mit niedrigen dielektrischen Verlu-  
25 sten und einer hohen relativen Dielektrizitätskonstante besteht, kann als dielektrischer Resonator mit einem hohen Gütefaktor verwendet werden. Aus herstellungstechnischen Gründen ist der dielektrische Resonator gewöhnlicherweise zylindrisch, beispielsweise eine zylindrische Scheibe.

Der Aufbau und die Arbeitsweise von dielektrischen Resonatoren  
30 sind beispielsweise in den folgenden Artikeln beschrieben:

- [1] Ceramic Resonators for Highly Stable Oscillators, Gundolf Kuchler, Siemens Components XXIV (1989) Nr. 5, Seiten 180 bis 183.
- 35 [2] Microwave Dielectric Resonators, S. Jerry Fiedziuszko, Microwave Journal, September 1986, Seiten 189 bis 191.
- [3] Cylindrical Dielectric Resonators and their Applications in TEM Line Microwave Circuits, Marian W. Pospieszalski, IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, Band MTT-27, Nr. 3, März 1979, Seiten 233 bis 238.

Die Resonanzfrequenz des dielektrischen Resonators ist in erster Linie von den Abmessungen des Resonatorelementes bestimmt. Ein anderer Faktor, der die Resonanzfrequenz beeinflusst, ist die Umgebung des Resonators. Das elektrische oder magnetische Feld des Resonators und demzufolge die Resonanzfrequenz können mit Absicht durch das Einführen einer Metalloberfläche oder einer anderen leitenden Oberfläche in die Nähe des Resonators beeinflusst werden. Um die Resonanzfrequenz des dielektrischen Resonators einzustellen, ist es eine gängige Praxis, den Abstand zwischen der leitenden Metalloberfläche und der ebenen Oberfläche des Resonators einzustellen. Der Einstellmechanismus kann beispielsweise eine Stellschraube sein, die an einem Gehäuse angebracht ist, das den Resonator umgibt.

Bei dieser Form der Einstellmethode ist es jedoch typisch, daß die Resonanzfrequenz sich nicht-linear in Abhängigkeit von dem Einstellabstand ändert. Aufgrund der Nicht-Linearität und der Steilheit der Einstellung ist es schwierig und erfordert es eine hohe Genauigkeit, die Resonanzfrequenz genau einzustellen, insbesondere an dem oberen Ende des Einstellbereiches. Ferner variiert der Leerlaufgütefaktor als Funktion des Abstandes zwischen der leitenden Oberfläche und des Resonators.

Ein konstanter Gütefaktor und eine Frequenzeinstellung mit höherer Linearität kann innerhalb eines breiteren Bereiches erreicht werden, wenn die leitende Einstelloberfläche oder -platte durch eine dielektrische Einstellplatte ersetzt wird, deren Abstand von der ebenen Oberfläche des Resonators eingestellt wird. Fig. 7 in dem oben genannten Artikel [2] zeigt eine sogenannte Doppelresonatoranordnung als Modifikation dieser Lösung. Bei der Doppelresonatoranordnung sind zwei zylindrische, dielektrische Resonatorscheiben koaxial dicht nebeneinander angeordnet, so daß der Abstand zwischen ihren ebenen Oberflächen dadurch eingestellt werden kann, daß die Scheiben in Richtung ihrer gemeinsamen Achse verschoben werden. Auch in

diesem Fall ist die Einstellkurve noch steil, und außerdem ist die Doppelresonatoranordnung größer und komplizierter als eine herkömmliche Anordnung, die eine Einstellplatte verwendet.

5 Die Veröffentlichung US-50 08 640 beschreibt einen dielektrisch bestückten Hohlraumresonator, der einen dielektrischen Zylinder aufweist, der zwischen einem Paar dielektrischer Platten angeordnet ist. In der seitlichen Oberfläche sind Löcher für Einstellschrauben ausgebildet.

10 Aufgabe der Erfindung ist es, eine dielektrische Resonatoranordnung bereitzustellen, bei der die Resonanzfrequenz genauer als bisher eingestellt werden kann.

15 Dies wird mit der dielektrischen Resonatoranordnung gemäß der Erfindung erreicht, wobei der Resonator zwischen zwei Trägerplatten gelagert ist und in mindestens einer Richtung zwischen den Trägerplatten verschiebbar ist, wobei mindestens eine der Trägerplatten aus einem dielektrischen Material besteht und  
20 wobei mindestens eine dielektrische Trägerplatte eine Formöffnung aufweist, wobei die Größe der Öffnung in Abhängigkeit von der Richtung der Verschiebung des Resonators variiert, so daß die Menge des dielektrischen Materials der dielektrischen Trägerplatte in der Nähe des Resonators mit der Verschiebung des  
25 Resonators variiert.

Die Grundidee der Erfindung ist, daß die Resonanzfrequenz durch das Variieren der Menge des dielektrischen Materials in der Nähe des Resonators eingestellt wird, indem der Resonator  
30 anstelle des Frequenzeinstellers bewegt wird. Die Einstellung der Resonanzfrequenz des Resonanzkreises erfolgt dadurch, daß der Resonator bezüglich der Formöffnungen der Trägerplatten bewegt wird, so daß die Menge des keramischen Materials, das die Resonanzfrequenz einstellt, in der Nähe des Resonators als  
35 Funktion der Einstellbewegung variiert. Die Erfindung bietet eine einfachere und kompaktere Anordnung, da die getrennten Frequenzeinstell- und Trägeranordnungen wegfallen. Da alle An-

ordnungen aus einem dielektrischen Material sein können, wird die Temperaturkompensation erleichtert, und der Gütefaktor des Resonators bleibt während der Frequenzeinstellung konstant. Durch ein geeignetes Auswählen der Größe/Gestalt der Formöffnungen wird eine Resonanzfrequenz-Einstellkurve erreicht, die eine gewünschte Steigung und Linearität hat. Die schwach ansteigende, lineare Einstellkurve führt dann wiederum zu einer besseren Genauigkeit.

#### 10 Kurzbeschreibung der Zeichnungen

Im folgenden wird die Erfindung detaillierter anhand erläuternder Ausführungsbeispiele mit Bezug auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben, in denen

15

Fig. 1A eine Querschnitt-Seitenansicht einer Resonatoranordnung gemäß der Erfindung zeigt;

Fig. 1B und 1C die Schnitte entlang der Linien A-A bzw. B-B der Resonatoranordnung aus Fig. 1A zeigen;

20

Fig. 2A die Resonatoranordnung aus Fig. 1A zeigt, wenn der Resonator verschoben worden ist; und

Fig. 2B einen Schnitt entlang der Linie B-B der Resonatoranordnung aus Fig. 2A zeigt.

25

#### Detaillierte Beschreibung der Erfindung

30

Der hier verwendete Ausdruck dielektrischer Resonator bezieht sich allgemein auf einen Körper oder ein Bauelement mit einer geeigneten geometrischen Form und aus einem Material mit niedrigen dielektrischen Verlusten und einer hohen relativen Dielektrizitätskonstanten. Aus herstellungstechnischen Gründen ist der dielektrische Resonator gewöhnlich zylindrisch, z.B. eine zylindrische Scheibe. Das üblichste verwendete Material ist Keramik.

35

Die Anordnung, Arbeitsweise und keramische Materialien von dielektrischen Resonatoren sind beispielsweise in den oben genannten Artikeln [1], [2] und [3] beschrieben. Im folgenden

Text wird der Aufbau des dielektrischen Resonators nur in einem solchen Umfang beschrieben, wie es für das Verständnis der Erfindung notwendig ist.

5 Die Zeichnungen zeigen einen Querschnitt einer dielektrischen Resonatoranordnung 1 gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung, das ein dielektrisches, zylindrisches Resonatorelement 3 aufweist, das in einem Hohlraum 5 angeordnet ist, der von einem Gehäuse 2 aus einem elektrisch leitenden Material (wie z.B. Metall) gebildet ist. Das Gehäuse 2 ist  
10 mit Massepotential verbunden. Das dielektrische Resonatorelement 3, typischerweise aus einem keramischen Material, ist zwischen zwei parallelen Trägerplatten 4A und 4B in einem festen Abstand von der Grundplatte und der Abdeckung des  
15 Gehäuses 2 gelagert. Die untere Oberfläche der oberen Trägerplatte 4A wird gegen die obere radiale plane Oberfläche der zylindrischen Resonatorscheibe 3 gedrückt, während die obere Oberfläche der unteren Trägerplatte 4B entsprechend gegen die untere plane Oberfläche der Resonatorscheibe 3 gedrückt wird,  
20 so daß die Resonatorscheibe 3 zwischen den Trägerplatten 4A und 4B radial verschiebbar ist. Die unteren und oberen Oberflächen der Trägerplatten 4A und 4B sind vorzugsweise mit Aussparungen oder Nuten 7 ausgebildet, deren Breite gleich dem Durchmesser der Resonatorscheibe 3 ist. Die Resonatorscheibe 3  
25 ist in den Aussparungen oder Nuten angeordnet, die die Bewegungsrichtung der Scheibe 3 bestimmen, die mit dem Pfeil 9 angezeigt ist.

Die elektromagnetischen Felder des dielektrischen Resonators  
30 erstrecken sich aus dem Resonatorelement nach außen, und auf diese Weise kann der Resonator elektromagnetisch mit einer anderen Resonatorschaltung auf verschiedene Arten, die von der Anwendung abhängen, verbunden werden, wie z.B. durch einen Mikrostreifenleiter, einen gebogenen koaxialen Leiter oder  
35 einen herkömmlichen geraden Leiter, der nahe bei dem dielektrischen Resonator angeordnet ist. In dem Beispiel in Fig. 2A

wird die Verbindung zu dem Resonator 3 mittels eines gebogenen Innenleiters 6A eines Koaxialkabels 6 hergestellt.

Die Resonanzfrequenz des elektrischen Resonators wird hauptsächlich durch die Abmessungen des Resonatorelementes bestimmt. Ein anderer Faktor, der die Resonanzfrequenz beeinflusst, ist die Umgebung des Resonators. Durch Einführen einer Metalloberfläche oder einer anderen leitenden Oberfläche in die Nähe des Resonators können das elektrische oder magnetische Feld des Resonators und folglich auch die Resonanzfrequenz mit Absicht beeinflusst werden. Ein ähnlicher Effekt wird erzeugt, wenn ein dielektrischer Körper in die Nähe des Resonators gebracht wird, mit der Ausnahme, daß der Leerlaufgütefaktor des Resonators sich in diesem Fall nicht ändert.

Bei der Resonatoranordnung 1 gemäß der Erfindung besteht mindestens die eine der Trägerplatten 4A und 4B aus einem geeigneten dielektrischen Material, so daß es die Resonanzfrequenz des Resonators 3 beeinflusst. Die Trägerplatte 4A ist mit einer Formöffnung 8 ausgebildet, deren Gestalt und Größe mit der Verschiebungsrichtung der Resonatorscheibe 3 variiert. Die Formöffnung 8 bewirkt auch, daß die Menge des dielektrischen Materials in der unmittelbaren Nähe der Resonatorscheibe 3 sich in der Richtung der Verschiebung der Resonatorscheibe 3 ändert, welche wiederum die Resonanzfrequenz variiert. Durch eine geeignete Auswahl der Größe und Gestalt der Formöffnung 8 kann eine gewünschte gegenseitige Abhängigkeit zwischen der linearen Bewegung (Ort in der Verschiebungsrichtung) der Resonatorscheibe 3 und der Resonanzfrequenz erreicht werden. Die Fig. 2A bis 2B zeigen die Resonatoranordnung, wenn die Resonatorscheibe aus der Position, die in den Fig. 1A bis 1C gezeigt ist, in der Richtung, die durch den Pfeil 9 angezeigt ist, nach links verschoben wird.

Alternativ können beide Trägerplatten 4A und 4B aus Keramik sein und Formöffnungen 8 aufweisen. Vom Standpunkt der Tempe-

raturkompensation aus ist es vorzuziehen, daß beide Trägerplatten 4A und 4B dielektrisch sind.

5 Der Einstellmechanismus kann beispielsweise eine Einstellschraube oder ein Einstellrad 9 aufweisen, das an dem Rand der Resonatorscheibe 3 mittels eines nicht-leitenden Distanzstückes 9A befestigt ist, wie es in Fig. 2A gezeigt ist.

10 Die Erfindung ist oben beispielhaft anhand eines speziellen Ausführungsbeispiels beschrieben worden. Wie es für einen Fachmann auf der Grundlage der obigen Beschreibung offensichtlich ist, kann das Einstellprinzip gemäß der Erfindung jedoch bei allen dielektrischen Resonatoranordnungen anstelle herkömmlicher Einstellverfahren angewendet werden. Einige Beispiele möglicher Anordnungen sind in den oben genannten Arti-  
15 keln [1] bis [3] beschrieben.

Die Zeichnungen und die darauf Bezug nehmende Beschreibung  
20 sind nur dazu bestimmt, die Erfindung zu erläutern.



5     Patentansprüche

1. Dielektrische Resonatoranordnung, die einen Resonator (3)  
aus einem dielektrischen Material aufweist, wobei der Re-  
sonator (3) zwischen zwei Trägerplatten (4A, 4B) gelagert  
10 ist und mindestens eine der Trägerplatten aus einem di-  
elektrischen Material besteht,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß der Resonator (3) in mindestens einer Richtung zwi-  
schen den Trägerplatten verschiebbar ist  
15 und daß die mindestens eine dielektrische Trägerplatte  
(4A) eine Formöffnung (8) aufweist, wobei die Größe der  
Öffnung in Abhängigkeit von der Richtung der Verschiebung  
(9) des Resonators (3) variiert, so daß die Menge des di-  
elektrischen Materials der dielektrischen Trägerplatte  
20 (4A) in der Nähe des Resonators (3) mit der Verschiebung  
des Resonators (3) variiert.
2. Resonatoranordnung nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
25 daß jede der zwei Trägerplatten (4A, 4B) aus einem dielek-  
trischen Material besteht.
3. Resonatoranordnung nach Anspruch 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
30 daß jede der Trägerplatten eine Formöffnung aufweist, wo-  
bei die Größe der Öffnung in der Richtung der Verschiebung  
des Resonators variiert.
4. Resonatoranordnung nach einem der vorhergehenden  
35 Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß der Resonator (3) in einem Hohlraum positioniert ist,  
der von einem Gehäuse (2) aus einem elektrisch leitfähigen  
Material gebildet ist.

5. Resonatoranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß das dielektrische Material Keramik ist.

5

6. Resonatoranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß der Resonator eine zylindrische Resonatorscheibe (3) ist.

10

